

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-077128

(43)Date of publication of application : 14.03.2003

(51)Int.Cl.

G11B 7/0045

G11B 7/125

(21)Application number : 2001-266460

(71)Applicant : PIONEER ELECTRONIC CORP

(22)Date of filing : 03.09.2001

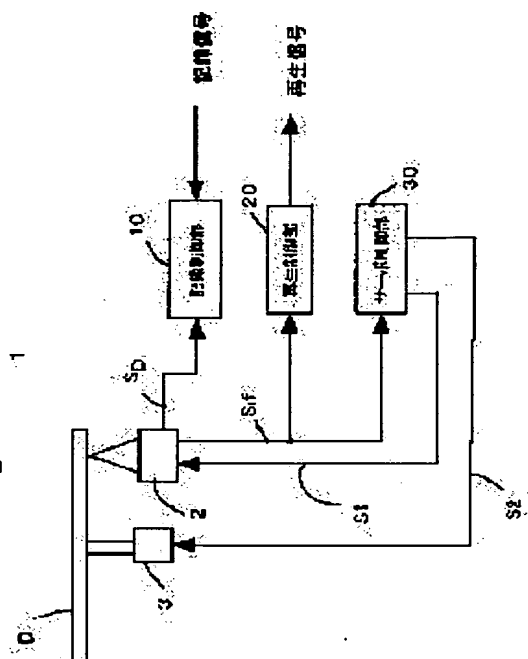
(72)Inventor : SASAKI YOSHIHISA  
FURUKAWA MASAKAZU  
TANAKA HISAO  
UCHINO HIROYUKI

## (54) INFORMATION RECORDING DEVICE AND INFORMATION RECORDING METHOD

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method and a device for information recording, which exclude an influence of a transient response of a recording pulse train to form a correct recording mark even in the case of high-speed recording.

**SOLUTION:** In the information recording device, a light source is driven by a pulse signal corresponding to a recording signal to irradiate a recording medium by laser pulses corresponding to the recording signal. The recording signal has a mark period for formation of a recording mark and a space period when the recording mark is not formed. In the mark period, the output level of laser pulses is changed between a normal level and a write level to form the recording mark on the recording medium. The output level of laser pulses of laser pulses is changed to a level lower than the normal level for a prescribed time in the space period. Thus heat storage in the recording medium, which is caused by the transient response of laser pulses in the mark period, is reduced to form the correct recording mark in the following mark period.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 記録媒体にレーザ光を照射して、記録信号に応じた記録マークを形成する情報記録装置において、

前記レーザ光を出射する光源と、

前記記録信号に基づいて前記光源を駆動することにより、前記記録媒体上にレーザパルス照射する制御手段と、を備え、

前記制御手段は、

前記記録信号のマーク期間中には、前記レーザパルスの出力レベルを、記録信号に対応して、通常レベルと、前記通常レベルよりも高い書込レベルとの間で変化させるマーク制御手段と、

前記記録信号の少なくともいくつかのスペース期間中に、所定期間にわたって、前記レーザパルスの出力レベルを前記通常レベルより低いレベルに変化させるスペース制御手段と、備えることを特徴とする情報記録装置。

【請求項 2】 前記通常レベルより低いレベルは、ゼロレベルであることを特徴とする請求項 1 に記載の情報記録装置。

【請求項 3】 前記スペース制御手段は、時間幅が短いスペース期間においてのみ前記レーザパルスの出力レベルを前記通常レベルより低いレベルに変化させることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の情報記録装置。

【請求項 4】 前記時間幅が短いスペース期間は、3 T 又は 4 T のスペース期間であることを特徴とする請求項 3 に記載の情報記録装置。

【請求項 5】 前記スペース制御手段は、全てのスペース期間において前記レーザパルスの出力レベルを前記通常レベルより低いレベルに変化させることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の情報記録装置。

【請求項 6】 前記スペース制御手段は、時間幅が長いスペース期間においては所定の第 1 期間にわたって前記レーザパルスの出力レベルを前記低いレベルに変化させ、時間幅が短いスペース期間においては、前記第 1 期間より長い第 2 期間にわたって前記レーザパルスの出力レベルを前記低いレベルに変化させることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の情報記録装置。

【請求項 7】 前記時間幅が短いスペース期間は 3 T 又は 4 T のスペース期間であり、前記時間幅が長いスペース期間は 5 T 以上のスペース期間であることを特徴とする請求項 6 に記載の情報記録装置。

【請求項 8】 所定のスペース期間中に、レベル調整期間にわたって前記レーザパルスの出力レベルを自動調整するレベル調整手段をさらに備え、  
前記スペース制御手段は、前記出力レベルの自動調整が行われないスペース期間においてのみ前記レーザパルスの出力レベルを前記通常レベルより低いレベルに変化させることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の情報記録装置。

【請求項 9】 所定のスペース期間中に、レベル調整期間にわたって前記レーザパルスの出力レベルを自動調整するレベル調整手段をさらに備え、

前記スペース制御手段は、全てのスペース期間中に、前記レベル調整期間以外の期間において、前記レーザパルスの出力レベルを前記通常レベルより低いレベルに変化させることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の情報記録装置。

【請求項 10】 所定のスペース期間中に、レベル調整期間にわたって前記レーザパルスの出力レベルを自動調整するレベル調整手段をさらに備え、

前記スペース制御手段は、前記出力レベルの自動調整が行われるスペース期間においては前記レベル調整期間と重複しない所定の第 1 期間にわたって前記レーザパルスの出力レベルを前記低いレベルに変化させ、前記出力レベルの自動調整が行われないスペース期間においては、前記第 1 期間より長い第 2 期間にわたって前記レーザパルスの出力レベルを前記低いレベルに変化させることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の情報記録装置。

【請求項 11】 前記記録媒体は 1 回に限り記録が可能な記録媒体であり、前記通常レベルは読取レベルであることを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか一項に記載の情報記録装置。

【請求項 12】 前記記録媒体は複数回にわたって書き込み及び消去が可能な記録媒体であり、前記通常レベルは消去レベルであることを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか一項に記載の情報記録装置。

【請求項 13】 前記スペース制御手段は、スペース期間の先頭から、前記レーザパルスの出力レベルを前記通常レベルより低いレベルに変化させることを特徴とする請求項 1 乃至 12 のいずれか一項に記載の情報記録装置。

【請求項 14】 記録媒体にレーザ光を照射して、記録信号に応じた記録マークを形成する情報記録方法において、

前記レーザ光を出射するステップと、

前記記録信号に基づいて光源を駆動することにより、前記記録媒体上にレーザパルス照射するステップと、を有し、

前記レーザパルス照射するステップは、  
前記記録信号のマーク期間中には、前記レーザパルスの出力レベルを、記録信号に対応して、通常レベルと、前記通常レベルよりも高い書込レベルとの間で変化させるステップと、

前記記録信号の少なくともいくつかのスペース期間中に、所定期間にわたって、前記レーザパルスの出力レベルを、前記通常レベルより低いレベルに変化させるステップと、有することを特徴とする情報記録方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レーザ光線などを利用して光ディスクに情報を記録する技術に属する。

【0002】

【従来の技術】DVD-R (DVD-Recordable)、DVD-RW (DVD-Re-recordable) などの書き込み又は書き換え可能な光ディスクには、ディスクの記録面上にレーザ光を照射して情報を記録する。光ディスクの記録面上のレーザ光が照射された部分は、温度が上昇するために光ディスクを構成する光記録媒体に変化が生じ、これにより記録マークが記録面上に形成される。

【0003】よって、記録すべき情報に応じた時間幅を有する記録パルスでレーザ光を変調して記録すべき信号に応じた長さのレーザパルスを生成し、これを光ディスクに照射することにより、記録すべき情報に応じた長さの記録マークを光ディスク上に形成することができる。

【0004】一方、最近では1つの記録マークを1つのレーザパルスで形成するのではなく、複数の短いパルスを含むパルス列により記録マークを形成する手法が利用されている。このような手法はライトストラテジとも呼ばれ、単一の記録パルスを照射する方法に比べて、光ディスクの記録面上における熱蓄積が減少するので、記録マークが形成される記録面上の温度分布を均一化することができる。その結果、記録マークが涙滴形状となることを防止して好ましい形状の記録マークを形成することができる。

【0005】上記の記録パルス列は、所定のリード（読取）パワーレベルとライト（書き込み）パワーレベルとの間で振幅が変動する複数のパルスにより構成されている。即ち、記録信号に従って、記録マークを形成しない光ディスクの記録面上の領域（以下、「スペース部」とも呼ぶ。）ではリードパワーでレーザ光が記録面上に照射され、記録マークを形成すべき光ディスクの記録面上の領域（以下、「マーク部」とも呼ぶ。）では、リードパワーとライトパワーの間で振幅が変化する記録パルス列に応じたパワーでレーザ光が記録面上に照射され、それにより記録マークが記録面上に形成される。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、記録パルスに対応するレーザパルスを光ディスクの記録面に照射すると、そのパルスの過渡応答により、記録パルスの照射後におけるレーザ照射レベル（バイアスレベル）が上昇することになる。記録パルスはリードパワーとライトパワーとの間で振幅が変動し、記録パルスの終了後は、理論的にはレーザ照射レベルは瞬時にリードパワーに戻る。しかし、現実には、記録パルスの終了時にレーザ照射レベルがライトパワーからリードパワーに瞬時に変化するために記録パルスの過渡応答が生じ、レーザ照射レベルは瞬間的にはリードパワーに戻らず、むしろ一定期間はレーザ照射レベルが上昇することになる。その結果、記録パルス終了後も短時間ではあるがレーザ照射レベルが

リードパワーレベルより高い期間が生じる。これは熱干渉として次の記録マークの形成に影響を与えることがある。特に、次の記録マークまでの間のスペース期間が短い場合には、次の記録マークの形成時に上述の過渡応答による残留熱があるために、次の記録マークが正しく形成できなくなることがある。

【0007】そして、この影響は、記録速度が増加した場合、つまり光ディスクに高速記録を行う場合には特に顕著となる。通常速度（低速）の記録の場合は、次の記録マークに対応するマーク期間までの時間がある程度確保できるので、上記過渡応答の影響が緩和されるが、記録速度が通常の2倍、3倍などと高速化すると、記録パルス列の時間的間隔が短くなるので、残留熱が残った状態で次の記録パルス列が到来することになり、上記過渡応答による残留熱が次の記録マークに対して熱干渉として影響する可能性が高くなる。

【0008】さらに、記録速度が高速化すると、正しく記録マークを形成するために、記録速度の増加分に応じて記録パワーを上げてやる必要がある。そのため、上記の過渡応答によるレーザ照射レベルの上昇が大きくなり、悪影響が増大することになる。

【0009】そして、上述のような、記録パルスの過渡応答に起因するレーザ照射レベルの増加は、記録パルスの印加後、即ち記録信号のスペース期間において生じるため、記録パルスのパルス幅などを調整して記録マーク形状を調整するライトストラテジ技術によっては、この影響を除去することはできない。

【0010】本発明は、以上の点に鑑みてなされたものであり、高速記録時においても、記録パルス列の過渡応答の影響を排除して正しい記録マークを形成することが可能な情報記録装置及び方法を提供することを課題とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の1つの観点では、記録媒体にレーザ光を照射して、記録信号に応じた記録マークを形成する情報記録装置において、前記レーザ光を出射する光源と、前記記録信号に基づいて前記光源を駆動することにより、前記記録媒体上にレーザパルスを照射する制御手段と、を備え、前記制御手段は、前記記録信号のマーク期間中には、前記レーザパルスの出力レベルを、記録信号に対応して、通常レベルと、前記通常レベルよりも高い書込レベルとの間で変化させるマーク制御手段と、前記記録信号の少なくともいくつかのスペース期間中に、所定期間にわたって、前記レーザパルスの出力レベルを、前記通常レベルより低いレベルに変化させるスペース制御手段と、を備える。

【0012】上記の情報記録装置によれば、記録信号に応じたパルス信号で光源を駆動することにより、記録信号に応じたレーザパルスが記録媒体上に照射される。記録信号は、記録マークを形成するマーク期間と、記録マ

ークの形成が行われないスペース期間を有する。マーク期間中においては、レーザパルスの出力レベルは、通常レベルと書込レベルとの間で変化し、これにより記録マークが記録媒体上に形成される。一方、スペース期間中の所定の期間にわたって、レーザパルスの出力レベルは通常レベルより低いレベルに変化される。これにより、マーク期間中のレーザパルスの過渡応答に起因する、記録媒体への熱蓄積が減少し、その後のマーク期間において正しい記録マークが形成できる。

【0013】上記の情報記録装置の一態様では、前記通常レベルより低いレベルは、ゼロレベルとする。

【0014】この態様によれば、スペース期間中に一時的にレーザパルスのレベルがゼロになるので、その間に記録媒体に対する熱の蓄積が十分に減少する。

【0015】上記の情報記録装置の他の一態様では、前記スペース制御手段は、時間幅が短いスペース期間においてのみ前記レーザパルスの出力レベルを前記通常レベルより低いレベルに変化させる。

【0016】この態様によれば、時間幅が短いスペース期間においてのみレーザパルスの出力レベルを低下させる。スペース期間の時間幅が短い場合には、それに先行するマーク期間において照射されたレーザパルスによる記録媒体上の熱が十分に減少しないうちに次のマーク期間が到来し、次の記録マーク形成に熱干渉などの悪影響を与える確率が大い。よって、時間幅が短いスペース期間のみでレーザパルスの出力レベルを低下させても、良好な効果が得られる。

【0017】上記の情報記録装置のさらに他の一態様では、前記時間幅が短いスペース期間は、3T又は4Tのスペース期間とすることができる。

【0018】上記の情報記録装置のさらに他の一態様では、前記スペース制御手段は、全てのスペース期間において前記レーザパルスの出力レベルを前記通常レベルより低いレベルに変化させる。

【0019】この態様によれば、全てのスペース期間でレーザパルスの出力レベルを下げるので、マーク期間中のレーザパルスの過渡応答による熱干渉の影響を効果的に排除することができる。

【0020】上記の情報記録装置のさらに他の一態様では、前記スペース制御手段は、時間幅が長いスペース期間においては所定の第1期間にわたって前記レーザパルスの出力レベルを前記低いレベルに変化させ、時間幅が短いスペース期間においては、前記第1期間より長い第2期間にわたって前記レーザパルスの出力レベルを前記低いレベルに変化させる。

【0021】この態様によれば、短いスペース期間では、その前のマーク期間中のレーザパルスの過渡応答が次のマーク期間に影響を与えやすいので、より長い期間にわたってレーザパルスの出力レベルを低下させる。

【0022】上記の情報記録装置のさらに他の一態様で

は、前記時間幅が短いスペース期間は3T又は4Tのスペース期間とし、前記時間幅が長いスペース期間は5T以上のスペース期間とすることができる。

【0023】上記の情報記録装置のさらに他の一態様は、所定のスペース期間中に、レベル調整期間にわたって前記レーザパルスの出力レベルを自動調整するレベル調整手段をさらに備え、前記スペース制御手段は、前記出力レベルの自動調整が行われないスペース期間においてのみ前記レーザパルスの出力レベルを前記通常レベルより低いレベルに変化させる。

【0024】この態様によれば、レーザパルスの出力レベルの自動調整が行われないスペース期間に限ってレーザパルスの出力レベルを低下させる。

【0025】上記の情報記録装置のさらに他の一態様は、所定のスペース期間中に、レベル調整期間にわたって前記レーザパルスの出力レベルを自動調整するレベル調整手段をさらに備え、前記スペース制御手段は、全てのスペース期間中に、前記レベル調整期間以外の期間において、前記レーザパルスの出力レベルを前記通常レベルより低いレベルに変化させる。

【0026】この態様によれば、レーザパルスの出力レベルの自動調整に影響を与えない範囲で、レーザパルスの出力レベルを低下させることができる。

【0027】上記の情報記録装置のさらに他の一態様は、所定のスペース期間中に、レベル調整期間にわたって前記レーザパルスの出力レベルを自動調整するレベル調整手段をさらに備え、前記スペース制御手段は、前記出力レベルの自動調整が行われるスペース期間においては前記レベル調整期間と重複しない所定の第1期間にわたって前記レーザパルスの出力レベルを前記低いレベルに変化させ、前記出力レベルの自動調整が行われないスペース期間においては、前記第1期間より長い第2期間にわたって前記レーザパルスの出力レベルを前記低いレベルに変化させる。

【0028】この態様によれば、レーザパルスの自動調整が行われないスペース期間では長い期間にわたってレーザパルスの出力レベルを下げ、レーザパルスの自動調整が行われるスペース期間では自動調整に影響を与えない範囲でレーザパルスの出力レベルが下げられる。

【0029】上記の情報記録装置のさらに他の一態様では、前記記録媒体は1回に限り記録が可能な記録媒体とし、前記通常レベルは読取レベルとすることができる。

【0030】この態様によれば、CD-R、DVD-Rなどの記録媒体に本発明を適用することができる。

【0031】上記の情報記録装置のさらに他の一態様では、前記記録媒体は複数回にわたって書き込み及び消去が可能な記録媒体とし、前記通常レベルは消去レベルとすることができる。

【0032】この態様によれば、CD-RW、DVD-RWなどの記録媒体に本発明を適用することができる。

【0033】上記の情報記録装置のさらに他の一態様では、前記スペース制御手段は、スペース期間の先頭から、前記レーザパルスの出力レベルを前記通常レベルより低いレベルに変化させる。

【0034】この態様によれば、スペース期間の先頭からレーザパルスの出力レベルを下げるので、書込レベルのレーザパルスが照射されるマーク期間終了後直ちにレーザパワーを下げ、過渡応答の影響を効率的に排除することができる。

【0035】本発明の他の観点では、記録媒体にレーザ光を照射して、記録信号に応じた記録マークを形成する情報記録方法において、前記レーザ光を出射するステップと、前記記録信号に基づいて光源を駆動することにより、前記記録媒体上にレーザパルスを照射するステップと、を有し、前記レーザパルスを照射するステップは、前記記録信号のマーク期間中には、前記レーザパルスの出力レベルを、記録信号に対応して、通常レベルと、前記通常レベルよりも高い書込レベルとの間で変化させるステップと、前記記録信号の少なくともいくつかのスペース期間中に、所定期間にわたって、前記レーザパルスの出力レベルを、前記通常レベルより低いレベルに変化させるステップと、有する。

【0036】上記の情報記録方法によれば、記録信号に応じたパルス信号で光源を駆動することにより、記録信号に応じたレーザパルスが記録媒体上に照射される。記録信号は、記録マークを形成するためのマーク期間と、記録マークの形成が行われないスペース期間を有する。マーク期間中においては、レーザパルスの出力レベルは、通常レベルと書込レベルとの間で変化し、これにより記録マークが記録媒体上に形成される。一方、スペース期間中の所定の期間にわたって、レーザパルスの出力レベルは通常レベルより低いレベルに変化される。これにより、マーク期間中のレーザパルスの過渡応答に起因する、記録媒体への熱蓄積が減少し、その後のマーク期間において正しい記録マークが形成できる。

【0037】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の好適な実施の形態について説明する。

【0038】〔1〕装置構成

図1に、本発明の実施形態にかかる情報記録再生装置の全体構成を概略的に示す。情報記録再生装置1は、光ディスクDに情報を記録し、また、光ディスクDから情報を再生する。光ディスクDとしては、例えば1回に限り記録が可能なCD-R (Compact Disc-Recordable)、DVD-Rや、複数回にわたって消去及び記録が可能なCD-RW (Compact Disc-Rewritable)、DVD-RWなどの種々の光ディスクを使用することができる。

【0039】情報記録再生装置1は、光ディスクDに対して記録ビーム及び再生ビームを照射する光ピックアップ2と、光ディスクDの回転を制御するスピンドルモータ3と、光ディスクDへの情報の記録を制御する記録制御部10と、光ディスクDに既に記録されている情報の再生を制御する再生制御部20と、スピンドルモータ3の回転を制御するスピンドルサーボ、並びに光ピックアップ2の光ディスクDに対する相対的位置制御であるフォーカスサーボ及びトラッキングサーボを含む各種サーボ制御を行うためのサーボ制御部30と、を備える。

【0040】記録制御部10は記録信号を受け取り、後述の処理により光ピックアップ2内部のレーザダイオードを駆動するための駆動信号S<sub>0</sub>を生成して、これを光ピックアップ2へ供給する。

【0041】再生制御部20は、光ピックアップ2から出力される読取RF信号S<sub>rf</sub>を受け取り、これに対して所定の復調処理、復号化処理などを施して再生信号を生成して出力する。

【0042】サーボ制御部30は、光ピックアップ2からの読取RF信号S<sub>rf</sub>を受け取り、これに基づいてトラッキングエラー信号及びフォーカス信号などのサーボ信号S<sub>1</sub>を光ピックアップ2へ供給するとともに、スピンドルサーボ信号S<sub>2</sub>をスピンドルモータ3へ供給する。これにより、トラッキングサーボ、フォーカスサーボ、スピンドルサーボなどの各種サーボ処理が実行される。

【0043】なお、本発明は主として記録制御部10における記録方法に関するものであり、再生制御及びサーボ制御については既知の種々の方法が適用できるので、それらについての詳細な説明は行わない。

【0044】また、図1には本発明の1つの実施形態として情報記録再生装置を例示しているが、本発明は記録専用の情報記録装置に適用することも可能である。

【0045】図2に、光ピックアップ2及び記録制御部10の内部構成を示す。図2に示すように、光ピックアップ2は、光ディスクDに対して情報を記録するための記録ビーム及び光ディスクDから情報を再生するための再生ビームを生成するレーザダイオードLDと、レーザダイオードLDから出射されたレーザ光を受光して、レーザ光に対応するレーザパワーレベル信号LDoutを出力するフロントモニタダイオード(FMD)16とを備える。

【0046】なお、光ピックアップ2は、この他に再生ビームの光ディスクDによる反射ビームを受光して読取RF信号S<sub>rf</sub>を生成するための光検出器や、記録ビーム及び再生ビーム並びに反射ビームを適切な方向に案内する光学系などの既知の構成要素を備えるが、それらの図示及び詳細な説明は省略する。

【0047】一方、記録制御部10は、レーザダイオード(LD)ドライバ12と、APC (Automatic Power Control) 回路13と、サンプルホールド(S/H)回路14と、コントローラ15とを備える。

【0048】LDドライバ12は、記録信号に応じた電流をレーザダイオードLDに供給して、光ディスクDへ

情報の記録を行う。フロントモニタダイオード 16 は、光ピックアップ 2 内のレーザダイオード LD の近傍に配置され、レーザダイオード LD から出射されるレーザ光を受光して、そのレベルを示すレーザパワーレベル信号 LDout を出力する。

【0049】 サンプルホールド回路 14 は、サンプルホールド信号 APC-S/H により規定されるタイミングでレーザパワーレベル信号 LDout のレベルをサンプルし、ホールドする。APC 回路 13 は、サンプルホールド回路 14 の出力信号に基づき、レーザダイオード LD から出射されるレーザ光のリードパワーレベルが一定となるように LD ドライバ 12 のパワー制御を行う。

【0050】 コントローラ 15 は、主として記録動作と APC 動作とを行う。まず、記録動作について説明する。記録動作では、コントローラ 15 はレーザダイオード LD へ供給される電流量を制御するスイッチの切換信号  $SW_R$  及び  $SW_W$  を生成して、LD ドライバ 12 へ供給する。

【0051】 図 3 に LD ドライバ 12 の詳細構成を示す。図 3 に示すように、LD ドライバ 12 は、リードレ

ベル用の電流源 17R、ライトレベル用の電流源 17W、スイッチ 18R 及び 18W を備える。

【0052】 リードレベル用の電流源 17R は、レーザダイオード LD にリードパワーでレーザ光を出射させるための駆動電流  $I_R$  を流す電流源であり、駆動電流  $I_R$  はスイッチ 18R を介してレーザダイオード LD に供給される。よって、スイッチ 18R をオンにするとレーザダイオード LD にリードパワーの駆動電流  $I_R$  が供給され、スイッチ 18R をオフにすると駆動電流  $I_R$  の供給は停止される。電流源 17R からの電流の大きさは、制

御信号  $S_{APC}$  により変化する。

【0053】 ライトレベル用の電流源 17W は、レーザダイオード LD にライトパワーでレーザ光を出射させるための駆動電流  $I_W$  を流す電流源であり、駆動電流  $I_W$  はスイッチ 18W を介してレーザダイオード LD に供給される。よって、スイッチ 18W をオンにすると、レーザダイオード LD にライトパワーの駆動電流  $I_W$  が供給され、スイッチ 18W をオフにすると駆動電流  $I_W$  の供給は停止される。

【0054】 図 4 に、レーザダイオード LD に供給される駆動電流と、レーザダイオード LD から出射されるレーザ光の出力パワーとの関係を示す。図 4 からわかるように、レーザダイオード LD に駆動電流  $I_R$  を供給すると、リードパワー  $P_R$  でレーザ光が出射される。その状態でさらに駆動電流  $I_W$  を加えると、ライトパワー  $P_W$  でレーザ光が出射される。

【0055】 光ディスクへの情報の記録時には、基本的には駆動電流  $I_R$  を常に供給してリードパワー  $P_R$  でレーザ光を出射しておき、さらに記録パルスに従って駆動電流  $I_W$  を追加することによりライトパワー  $P_W$  が印加され

て、情報が光ディスクに記録される。但し、本発明では、以下に詳しく述べるように、ライトパワーの記録パルス列の最後のパルスが印加された後、一時的にスイッチ 18R と 18W の両方を同時にオフにして駆動電流をゼロにして、過渡応答の影響を除去することを特徴とする。

【0056】 次に、APC 動作について説明する。APC 動作は、レーザダイオード LD により出力されるレーザ光のリードパワーのレベルが一定となるように、LD ドライバ 12 からレーザダイオード LD に供給される駆動電流レベルを調整するものである。より詳細には、記録信号 (8-16 変調されており、3T~11T、14T の長さのマーク期間及びスペース期間を有する) のスペース部のうち、長いスペース期間 (例えば 5T~11T、14T のスペース期間) 中において、リードパワーのレベルが一定となるように LD ドライバ 12 からの駆動信号  $S_R$  を調整する。

【0057】 具体的には以下のように動作する。コントローラ 15 は、上述のように記録信号に対応する記録パルスを生成して、当該記録パルスによって LD ドライバ 12 を駆動してレーザダイオード LD からレーザ光を出射させる。

【0058】 フロントモニタダイオード 16 は、光ピックアップ 2 内のレーザダイオード LD の近傍に配置され、レーザダイオード LD から出射したレーザ光を受光してそのレベルを示すレーザパワーレベル信号 LDout を生成し、サンプルホールド回路 14 に供給する。

【0059】 サンプルホールド回路 14 は、コントローラ 15 から入力されるサンプルホールド信号 APC-S/H により与えられるタイミングで、フロントモニタダイオード 16 から供給されるレーザパワーレベル信号 LDout をサンプルし、そのレベルを所定期間ホールドする。コントローラ 15 から出力されるサンプルホールド信号 APC-S/H は、APC を実行する期間を示すパルスであり、具体的には、記録信号中の比較的長いスペース期間 (5T~11T) 中の所定期間 (APC を実行する期間であり、以下「APC 期間」とも呼ぶ。) を示すパルス信号である。

【0060】 よってサンプルホールド回路 14 は、記録信号のスペース期間中の APC 期間においてレーザパワーレベル信号 LDout のレベルをホールドして APC 回路 13 へ供給する。APC 回路 13 は、APC 期間におけるレーザパワーレベル信号 LDout のレベルが一定となるように、LD ドライバ 12 へ制御信号  $S_{APC}$  を供給する。

【0061】 制御信号  $S_{APC}$  は、図 3 に示すように、LD ドライバ 12 内のリードレベル用電流源 17R に入力される。これにより、制御信号  $S_{APC}$  に応じて、リードレベル用電流源 17R から流れる電流  $I_R$  が変化する。つまり、レーザダイオード LD により得られるリードパ



ワールレベルが一定となるようにAPCが実行される。

# 【0062】[2]第1実施形態

次に、記録制御部10による記録制御の第1実施形態について図5を参照して説明する。図5は、記録制御部10の各部の波形を示すタイミングチャートである。なお、第1実施形態は本発明の記録制御をDVD-Rの記録に適用した例である。

【0063】図5において、記録信号は8-16変調信号であり、光ディスクの記録面上に形成すべきマークに対応し、マーク期間とスペース期間とを有する。光ディスクの記録面上には、3T~11T、14Tのいずれかの長さ

10

を有するピットが形成されるので、記録信号には3T~11T、14Tのマーク期間とスペース期間とが含まれる。図5の例では記録信号のうち、長さ6Tのマーク期間、5Tのスペース期間、5Tのマーク期間が示されている。

【0064】切換信号SW<sub>R</sub>は図3に示すリードパワー用電流源17Rに接続されたスイッチ18Rを切り換える信号であり、原則としてマーク期間とスペース期間の両方でオンとなっている。マーク期間においては、さらに

20

にライトパワー用電流源17Wに接続されたスイッチ18Wを切り換える切換信号SW<sub>R</sub>は記録パルス列に従って切り換えられる。記録パルス列は、時間幅の長いトップパルス120とそれに続くマルチパルス（「パルストレイン」とも呼ばれる。）121に対応して切り換えられる。そして、パルストレインの最後のパルスが終了したタイミングから所定の期間（パルス122の期間）は、スイッチ18Rと18Wの双方をオフとして、レーザダイオードLDに流れる電流をゼロとする。

30

【0065】パルストレインの最後のパルスが終了してからしばらくの期間は、前述のようにパルスの過渡応答により、レーザパワーレベルがリードパワーレベルより高い期間が生じるが、このように、パルストレインの最後のパルスの終了後一定期間はリードパワーもオフとして（以下、この期間を「レーザオフ期間」と呼ぶ。）、レーザダイオードLDの電流をゼロとすることにより、過渡応答により生じるレーザパワーレベルの上昇を吸収することができる。

【0066】図5に示すレーザパワーレベル信号L<sub>Out</sub>の波形はこの様子

40

を示している。即ち、最初の6Tのマーク期間内においては、まず継続的にリードパワーP<sub>R</sub>が印加されており、それにライトパワーP<sub>L</sub>の振幅を有するトップパルス120及び3つのパルスによるパルストレイン121が印加される。これにより光ディスクの記録面上に長さ6Tの記録マークが形成される。

【0067】そして、6Tのマーク期間に続くスペース期間では、パルストレイン121の最後のパルスの終了後のレーザオフ期間中122においては、ライトパワーのみならずリードパワーもオフとなり、その結果、レーザパワーレベル信号L<sub>Out</sub>はゼロレベルL<sub>Off</sub>まで落

50

ちる。そして、レーザオフ期間122が終わると、レーザパワーレベル信号L<sub>Out</sub>はリードパワーレベルP<sub>R</sub>に上昇する。

【0068】図5の右側の5Tのマーク期間においても、同様にレーザオフ期間122が設けられている（但し、5Tマーク期間であるので、パルストレイン121が2つのパルスにより構成されている）。

【0069】このように、全てのマーク期間の終了後、即ち、マーク期間中の最後の記録パルス直後に一定のレーザオフ期間を設けることにより、マーク期間終了後の過渡応答の影響を除去することができる。

【0070】レーザオフ期間の時間幅は可変とすることができ、例えば1T~2Tの間の任意の長さに設定することができる。但し、レーザオフ期間の時間幅にはAPCとの関係で制限がある。前述のように、例えば5T以上の長いスペース期間においては、APC期間が設定され、レーザパワーレベル信号L<sub>Out</sub>がサンプルホールド回路14によりサンプルホールドされて、そのレベルを維持するようにAPCが行われるので、APC期間中にはレーザパワーレベル信号L<sub>Out</sub>はリードパワーレベルになければならず、その間にレーザをオフとするとAPCに支障が出てしまう。

【0071】よって、レーザオフ期間122は、APC期間（即ち、サンプルホールド信号APC-S/Hがローレベルの期間）と重複することはできない。通常、APC期間は、5T~11Tのスペース期間中の前後の1~2Tの期間をマージンとして除外し、残りの期間に設定される。よって、スペース期間の先頭における1~2Tのマージン以内であればレーザをオフにしてもAPCに支障が生じることはない。このことより、APCが実行されるスペース期間では、レーザオフ期間はマーク期間の終了後、APC期間の開始前に設定するのが好ましい。実際には、上述のように、スペース期間の先頭に設けられる1T~2Tのマージン中にレーザオフ期間を設定することが好ましい。

【0072】図6に実際のレーザ光の波形例を示す。図6（a）は比較のために用意した、レーザオフ期間を設けない場合のレーザパワーレベル信号L<sub>Out</sub>の波形であり、図6（b）は本願の方法（レーザオフ期間を設けた）のレーザパワーレベル信号L<sub>Out</sub>の波形である。図6（a）に示すように、レーザオフ期間を設けない場合は、パルストレインの最後のパルスの後に過渡応答が発生してレーザパワーレベルが高くなっている（符号130の部分を参照）。これに対して、図6（b）に示すように、レーザオフ期間を設けた場合は、パルストレインの最後のパルスの後にレーザパワーレベル信号L<sub>Out</sub>が一旦ゼロレベルまで落ちる（符号131の部分参照）。よって、光ディスクの記録面上の残留熱は小さく、後続のマーク期間におけるマーク形成に熱干渉による悪影響を及ぼすことが防止できる。

【0073】図7は、レーザオフ期間を設けた場合と設けない場合に、光ディスクに実験的に形成した記録マークの読取RF信号波形を示す。図7(a)はレーザオフ期間を設けた場合であり、3Tマーク、4Tマーク、5Tマーク、6Tマークの読取RF信号のエンベロープ波形は明確な輪郭を有している。

【0074】一方、図7(b)及び7(c)は、レーザオフ期間を設けない場合のエンベロープ波形であり、パルスの過渡応答による熱干渉が後続のマーク形成に影響を与えている。図7(b)の場合は、各エンベロープ波形の輪郭がぼやけて太くなっており、図7(c)の場合はさらに各エンベロープ波形が2つに枝分かれしたように見える。このような現象は、熱干渉により記録マークが不適切に変形していることに起因している。

【0075】このように、本発明によれば、マーク期間の後にレーザオフ期間を設けることにより、記録パルスの過渡応答による熱干渉の影響を排除し、正しい記録マークを形成することが可能となる。

【0076】〔3〕第2実施形態

次に、本発明の第2実施形態について説明する。上述の第1実施形態においては、マーク期間後の全てのスペース期間中にレーザオフ期間を設けているが、第2実施形態においては、短いスペース期間（例えば3T及び4Tのスペース期間）のみでレーザオフ期間を設け、長いスペース期間（例えば5T以上のスペース期間）ではレーザオフ期間を設けないこととする。なお、第2実施形態も本発明の記録制御をDVD-Rの記録に適用した例である。

【0077】レーザオフ期間は、前述のように記録パルスの終了後の過渡応答によりレーザパワーレベルが増加してしまうことによる影響を除去する目的で設けられるが、マーク期間に続くスペース期間が長い場合には、次のマーク期間までに時間的余裕があるので、過渡応答の影響は次のマーク期間には比較的及びにくい。これに対し、マーク期間に続くスペース期間が短い場合には、次のマーク期間までの時間が短いので、過渡応答によるレベル増加分の残留熱が次のマーク期間における記録マーク形成に悪影響を及ぼす確率が高くなる。

【0078】このような理由から、短いスペース期間のみにおいてレーザオフ期間を設けることによっても、過渡応答により次のマーク期間のマーク形成に与える悪影響を排除することが可能である。

【0079】この場合、レーザオフ期間は第1の実施形態の場合より長く設定することができる。先に述べたように、5T～11T、14Tの長いスペース期間には、APCのためにレーザパワーレベル信号LDoutをサンプルホールドするAPC期間が設定される。このため、レーザオフ期間がAPC期間と重複してはならず、レーザオフ期間の時間幅は実質的に1T～2T程度の長さに限られていた。

【0080】これに対し、第2の実施形態では、短いスペース期間（3T又は4Tのスペース期間）においてのみレーザオフ期間が設定され、しかも短いスペース期間中にはAPC期間は設定されないため、レーザオフ期間を長く設定することができる。

【0081】これを図8を参照して説明する。図8は第2実施形態における記録制御部10の各部の波形を示し、6Tのマーク期間後に3Tのスペース期間があり、さらに5Tのマーク期間が続いている。3Tのスペース期間中にはAPC期間は設定されないためサンプルホールド信号APC-S/Hはハイレベルのままであり、レーザパワーレベル信号LDoutのサンプルホールドは行われない。よって、6Tのマーク期間の終了後の3Tのスペース期間中において、レーザオフ期間122は十分に長く設定されている。これにより光ディスクの情報記録面上の残留熱は減少し、記録パルスの過渡応答の影響が次のマーク期間に及ぶことを効果的に防止することができる。

【0082】なお、この意味では、第2実施形態は、APCが行われないスペース期間にのみレーザオフ期間を設定する方法であるということもできる。

【0083】また、第1実施形態と第2実施形態とを組み合わせることもできる。即ち、第1実施形態のようにレーザオフ期間を全てのマーク期間に設けることとし、かつ、第2実施形態のように短いスペース期間においてはレーザオフ期間を長く設定することができる。これによれば、短いスペースの場合にはレーザオフ期間が長くなるので、熱干渉を効果的に防止することができる。

【0084】〔4〕第3実施形態

次に、本発明の第3実施形態について説明する。上述の第1及び第2実施形態は、本発明をDVD-Rに適用した例であったが、第3実施形態は本発明をDVD-RWに適用した例である。図10に、DVD-RWへの記録における記録制御部10の各部の波形図を示す。DVD-RWでは、基本的にDVD-Rと同様の方法により記録マークが形成されるが、記録動作に先行して消去動作が実行されるので、図10のレーザパワーレベル信号LDoutに示すように、通常はレーザダイオードLDからのレーザパワーは消去レベルP<sub>E</sub>にある。よって、APCも、長いスペース期間中に設定されるAPC期間において消去レベルP<sub>E</sub>をサンプルホールドすることにより行われる。

【0085】記録パルス列はDVD-Rの場合と同様に、トップパルス120とパルストレイン121から構成される。そして、パルストレイン121の終了後に、レーザオフ期間122を設け、レーザパワーレベルを一時的にゼロレベルLDoffまで落とす。その後、レーザパワーレベルは定常状態である消去レベルP<sub>E</sub>に戻る。

【0086】このように、DVD-RWの場合も、記録パルスの終了後にレーザオフ期間を設けることにより、

過渡応答による熱干渉の影響を除去することができる。

【0087】なお、DVD-RWの場合は、レーザオフ期間の時間幅は消去動作に影響を与えない範囲に限定される。即ち、レーザオフ期間中はレーザパワーレベルが消去レベルに至っていないため、DVD-RW上に既に記録されている情報の消去が行えないことになる。よって、レーザオフ期間を長くしすぎると、既に記録されている情報の消去を行えず、情報の消し残りが生じてしまうという不具合がある。よって、レーザオフ期間の時間幅は情報の消去に影響を与えない、比較的短い期間に限定される。実際には、DVD-RWの場合は、記録パルス終了後に一旦レーザパワーレベルをリードレベルまで落とす期間（「クールパルス期間」と呼ばれる。図9の破線140を参照）が設けられる。よって、1つの好適な方法として、クールパルス期間内においてレーザオフ期間を設ければ、消し残りなどの問題を生じることがない。

【0088】 [5] 変形例

上述のレーザオフ期間では、レーザパワーレベルが完全にゼロレベルとなるように、レーザダイオードLDに与える電流値をゼロとしていた。しかし、レーザパワーレベルを完全にゼロレベルとしなくても、リードパワーレベルより低いレベルに設定すれば、その分だけディスクへの残留熱は低下するので、熱干渉の影響を減らす効果を得ることができる。

【0089】また、上記の実施形態では、マーク期間中の最後のパルス終了後にレーザオフ期間を開始しているが、理論的には次のマーク期間が到来する前であれば、スペース期間中のどこかにレーザオフ期間を設けることにより、次の記録マーク形成への熱干渉を低下させることができる。特に、A P C期間が設定されないスペース期間においては十分な時間幅のレーザオフ期間を設定できるので、レーザオフ期間は必ずしもマーク期間終了直後から開始しなくてもよい。

【0090】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、マーク期間の終了後のスペース期間中において、一時的にレーザパワーをゼロレベル付近まで落とすレーザオフ＊

\* 期間を設けたので、記録パルスの過渡応答によるレーザパワーレベル（バイアスレベル）の上昇を緩和し、熱干渉による次の記録マーク形成への悪影響を防止することができる。これは、特に記録速度が高速化した場合にも好ましい形状の記録マークを形成できるという点で有効である。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明を適用した情報記録再生装置の概略構成を示すブロック図である。

10 【図2】図1に示す記録制御部の構成を示すブロック図である。

【図3】図2に示すLEDドライバの構成を示す図である。

【図4】レーザダイオードに与えられる駆動電流と出力パワーとの関係を示すグラフである。

【図５】本発明の第１実施形態による記録制御時の記録制御部各部の波形を示すタイミングチャートである。

【図6】レーザオフ期間を含むレーザ出力レベルを示す波形図である。

20 【図7】記録マークの読取RF信号の波形図である。

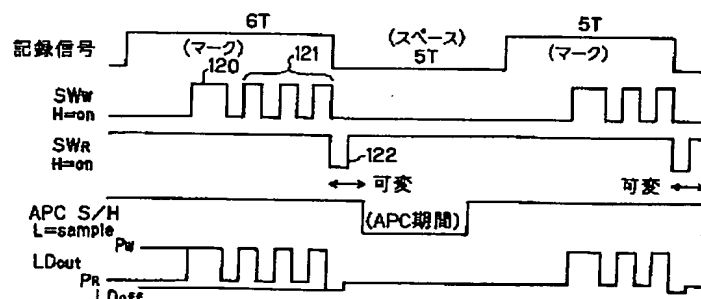
【図8】本発明の第2実施形態による記録制御時の記録制御部各部の波形を示すタイミングチャートである。

【図 9】本発明の第 3 実施形態による記録制御時の記録制御部各部の波形を示すタイミングチャートである。

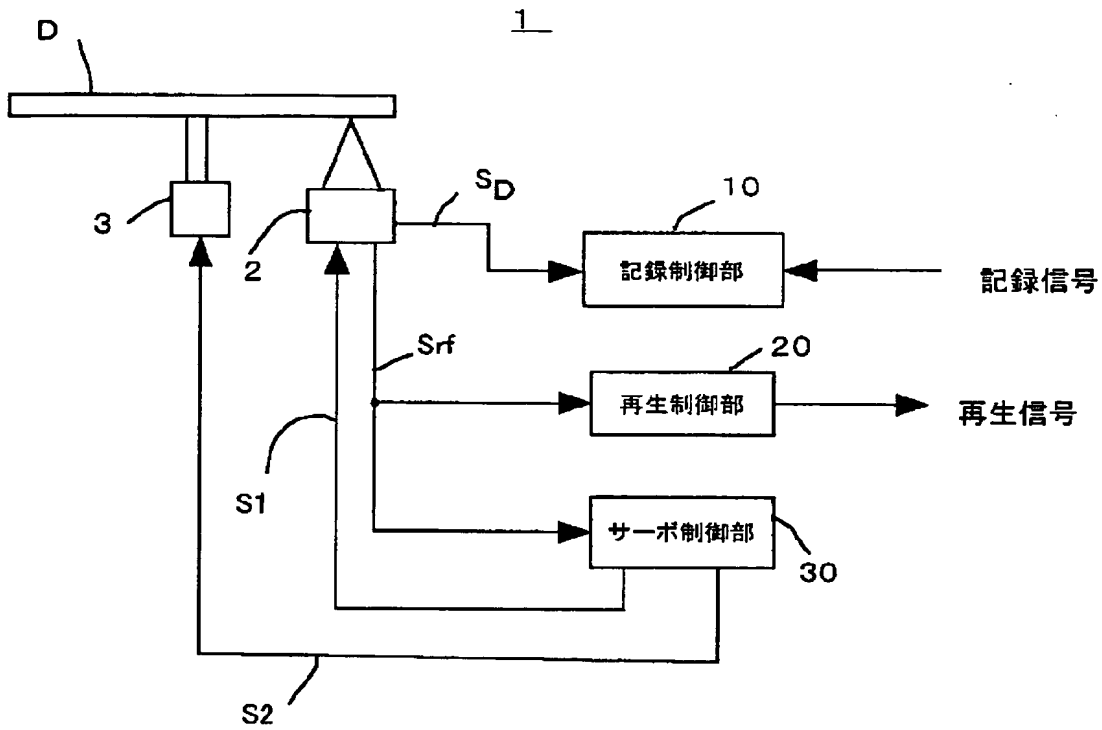
【符号の説明】

- 1 情報記録再生装置
- 2 光ピックアップ
- 3 スピンドルモータ
- 10 記録制御部
- 12 LDドライブ
- 13 APC回路
- 14 サンプルホールド回路
- 15 コントローラ
- 16 フロントモニタダイオード
- 17 R、17 W 電流源
- 18 R、18 W スイッチ
- 20 再生制御部
- 30 サーボ制御部

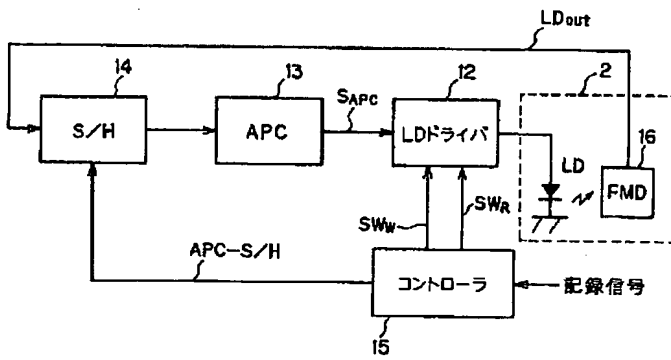
【图 5】



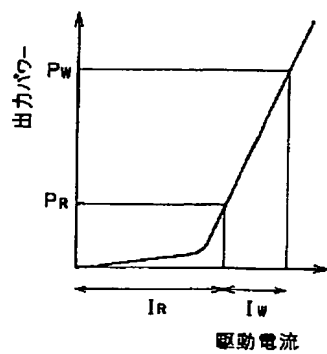
【図1】



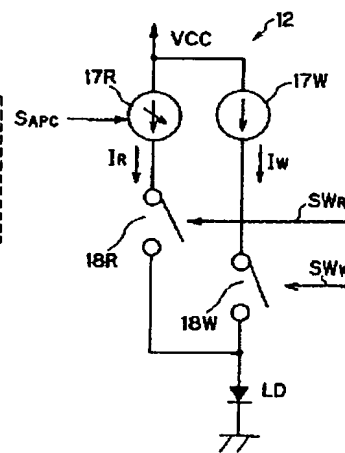
【図2】



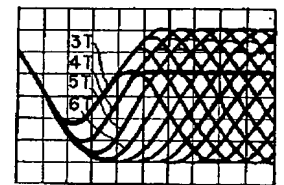
【図4】



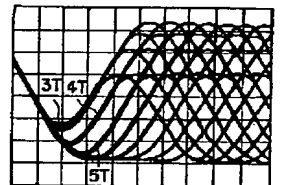
【図3】



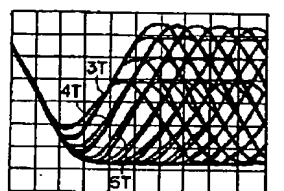
【図7】



(a)

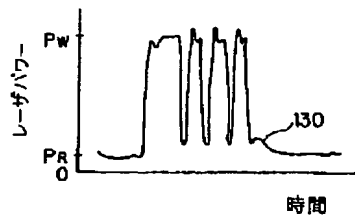


(b)

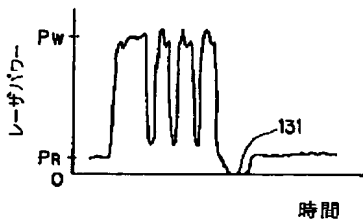


(c)

【図6】

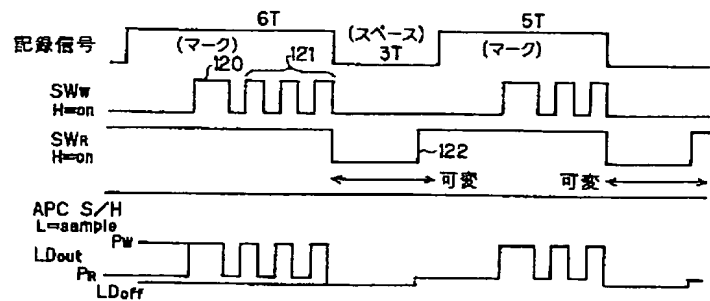


(a)

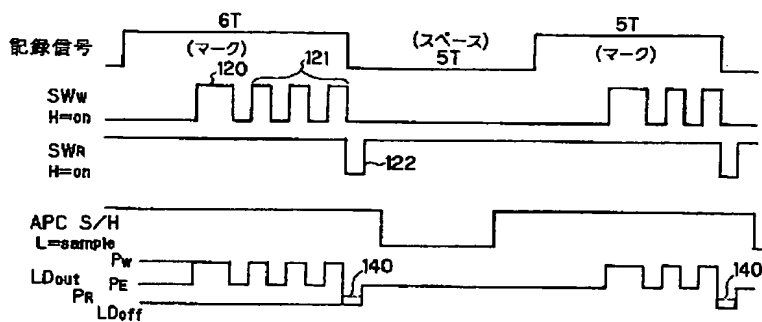


(b)

【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 田中 久生  
埼玉県所沢市花園4丁目2610番地 パイオ  
ニア株式会社所沢工場内  
(72)発明者 内野 裕行  
埼玉県所沢市花園4丁目2610番地 パイオ  
ニア株式会社所沢工場内

Fターム(参考) 5D090 AA01 BB03 BB04 CC01 DD03  
DD05 EE02 KK03  
5D119 AA23 BA01 BB02 BB03 DA01  
HA45 HA49  
5D789 AA23 BA01 BB02 BB03 DA01  
HA45 HA49